

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 808 869

(21) N° d'enregistrement national : 01 06115

(51) Int Cl<sup>7</sup> : F 25 B 39/04

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 09.05.01.

(30) Priorité : 09.05.00 JP 00135415; 13.04.01 JP  
01115155.

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 16.11.01 Bulletin 01/46.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : SANDEN CORPORATION — JP.

(72) Inventeur(s) : WADA KENICHI, KADO HIROTAKE et  
SHIMMURA TOSHIHARU.

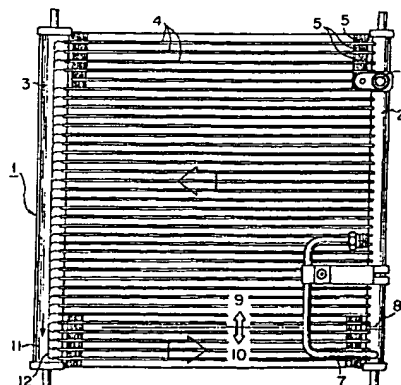
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET JOLLY.

(54) CONDENSEUR DE TYPE A SOUS-REFROIDISSEMENT.

(57) L'invention concerne un condenseur de type à sous-  
refroidissement.

Le condenseur comprend deux collecteurs (2, 3) et une pluralité de tubes de transfert thermique (4) interconnectant lesdits deux collecteurs (2, 3) et s'étendant parallèlement les uns aux autres. Le condenseur est divisé en un faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) et un faisceau de sous-refroidissement (10) pour le sous-refroidissement du fluide frigorigène condensé par le faisceau de condensation de fluide frigorigène. Une partie de collecteur correspondant à une partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement (10) est formée en tant que partie de stockage de fluide frigorigène liquide (11). La capacité  $V_h$  du second collecteur (3) est fixée dans une plage de  $100 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 250 \text{ cm}^3$ . Ce condenseur a une fonction de reliquéfaction sans avoir à utiliser un réservoir de liquide formé séparément.



FR 2 808 869 - A1



## CONDENSEUR DE TYPE A SOUS-REFROIDISSEMENT

La présente invention concerne un condenseur de type à sous-refroidissement et, plus spécifiquement, un condenseur de type à sous-refroidissement dont le collecteur fonctionne comme un réservoir de liquide.

5 Dans un cycle de réfrigération, le fluide frigorigène comprimé par un compresseur est habituellement envoyé à un condenseur. Une fois que le fluide frigorigène a été condensé par le condenseur, il est envoyé à un évaporateur à travers un détendeur par l'intermédiaire d'un réservoir de réception, et une fois que la fonction de refroidissement est  
10 réalisée au niveau de l'évaporateur par échange thermique entre le fluide frigorigène et un fluide extérieur, le fluide frigorigène provenant de l'évaporateur est envoyé au compresseur pour être de nouveau comprimé. Dans un tel cycle de réception (c'est-à-dire un cycle comportant un condenseur plus un receveur), le fluide frigorigène vaporisé n'est pas totalement reliquéfié (c'est-à-dire à 100 %) et une  
15 partie du fluide frigorigène vaporisé reste en tant que gaz et le fluide frigorigène est renvoyé à l'évaporateur dans cet état partiellement reliquéfié. Etant donné qu'une partie du fluide frigorigène reste vaporisée, la capacité de refroidissement du cycle de réfrigération est  
20 limitée.

Conformément au cycle de réception décrit ci-dessus, un condenseur de type à sous-refroidissement a récemment retenu l'attention. Dans un condenseur de type à sous-refroidissement, une région d'échange thermique de l'ensemble d'un faisceau d'un échangeur  
25 thermique est divisée en une région de faisceau de condensation de fluide frigorigène et une région de faisceau de sous-refroidissement pour le sous-refroidissement du fluide frigorigène qui a été condensé dans la région de faisceau de condensation de fluide frigorigène. Dans la région de faisceau de sous-refroidissement, le fluide frigorigène vaporisé  
30 restant est presque totalement reliquéfié, c'est-à-dire à environ jusqu'à 100 %, par sous-refroidissement.

Dans les condenseurs de type à sous-refroidissement connus, un réservoir de liquide est prévu séparément d'un collecteur de l'échangeur thermique. Habituellement, le fluide frigorigène provenant du faisceau  
35 de condensation de fluide frigorigène est stocké dans le réservoir de

liquide et, ensuite, le fluide frigorigène est envoyé au faisceau de sous-refroidissement.

5 Cependant, dans une telle structure dans laquelle le réservoir de liquide séparé est attaché, la taille du condenseur de type à sous-refroidissement entier peut être augmentée et le nombre de pièces et de conduits peut devenir important, compliquant de ce fait la structure du condenseur. Bien qu'une structure soit proposée dans laquelle un réservoir de liquide est structuré d'un seul tenant avec un collecteur d'un échangeur thermique, la structure intérieure du collecteur peut  
10 également devenir extrêmement compliquée et le coût de fabrication peut augmenter.

De plus, la publication de brevet japonais n° JP-A-5-10633 décrit un condenseur dans lequel une partie de séparation gaz-liquide est prévue entre un faisceau de condensation de fluide frigorigène et un  
15 faisceau de sous-refroidissement. Dans cette structure, cependant, étant donné que la partie de séparation gaz-liquide occupe une surface relativement grande, la taille du faisceau du condenseur et, finalement, la taille du condenseur entier peut augmenter. De plus, la structure d'un tel condenseur peut devenir encore plus compliquée.

20 Par conséquent, un besoin est apparu de proposition d'un condenseur de type à sous-refroidissement ayant une fonction de reliquéfaction souhaitée, dans lequel un réservoir de liquide formé séparément est inutile. Le condenseur fournit une fonction de stockage de liquide dans un collecteur lui-même, lequel collecteur présente une  
25 structure simplifiée. Cette structure peut réduire la taille et le coût de l'ensemble d'un condenseur.

Pour réaliser les objets précédents et d'autres, un condenseur de type à sous-refroidissement selon la présente invention est proposé dans le présent document. Le condenseur de type à sous-  
30 refroidissement comprend deux collecteurs et une pluralité de tubes de transfert thermique interconnectant les deux collecteurs et s'étendant parallèlement les uns aux autres. Le condenseur est divisé en un faisceau de condensation de fluide frigorigène pour condenser le fluide frigorigène et un faisceau de sous-refroidissement pour le sous-  
35 refroidissement du fluide frigorigène condensé par le faisceau de condensation de fluide frigorigène. Un second collecteur formant une partie de collecteur correspondant à une partie d'entrée du faisceau de

sous-refroidissement est formé d'un seul tenant avec une partie de collecteur pour le faisceau de condensation de fluide frigorigène et une partie de collecteur pour le faisceau de refroidissement. Au moins la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement est formée en tant que partie de stockage de fluide frigorigène liquide. La capacité du second collecteur  $V_h$  est fixée dans une plage de  $100 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 250 \text{ cm}^3$ . De préférence, la capacité du second collecteur  $V_h$  est fixée dans une plage de  $150 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 200 \text{ cm}^3$ .

La capacité du second collecteur  $V_h$  est fixée dans une plage telle que le compresseur atteigne une largeur optimale dans une région de plateau dans un graphique de caractéristique indiquant la relation entre le degré de sous-refroidissement dans une partie du faisceau de sous-refroidissement et la quantité de fluide frigorigène enfermée dans le condenseur de type à sous-refroidissement. La "région de plateau" est une région dans laquelle, même si la quantité de fluide frigorigène enfermé (par exemple, la quantité de fluide frigorigène présente dans le condenseur de type à sous-refroidissement) varie, le degré de sous-refroidissement dans la partie de faisceau de sous-refroidissement peut se situer dans une plage spécifiée relativement petite, par exemple,  $\pm 1^\circ\text{C}$ . En particulier, la région de plateau est une région dans laquelle, même si la quantité de fluide frigorigène enfermé augmente ou diminue, les parties respectives dans le condenseur de type à sous-refroidissement ne sont pas sensiblement affectées par des conditions variables telles qu'une pression élevée. En conséquence, un fonctionnement de refroidissement stable est maintenu. Dans la présente invention, une plage optimale de la largeur de cette région de plateau a été déterminée. Afin d'obtenir cette plage optimale, la capacité du second collecteur ayant une fonction de stockage de fluide frigorigène liquide est fixée aux plages spécifiées décrites ci-dessus. Ces plages peuvent correspondre aux plages optimales. La base pour la détermination des valeurs des limites supérieures et inférieures de ces plages optimales de la région de plateau est clarifiée par l'explication des résultats expérimentaux décrits ci-dessous. Ainsi, dans la présente invention, une fonction de stockage de fluide frigorigène liquide optimale est donnée au second collecteur du condenseur de type à

sous-refroidissement et la capacité du second collecteur est sélectionnée dans la plage optimale décrite ci-dessus.

De plus, dans le condenseur de type à sous-refroidissement selon la présente invention, il est préférable que la capacité d'au moins la  
5 partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement dans le second collecteur soit supérieure à la capacité d'une partie de collecteur correspondant à une partie de sortie du faisceau de sous-refroidissement dans un premier collecteur. Particulièrement, il est préférable que la capacité d'au moins la partie  
10 de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement dans le second collecteur soit située dans une plage d'environ deux fois à environ trois fois la capacité de la partie de collecteur correspondant à la partie de sortie du faisceau de sous-refroidissement dans le premier collecteur.

15 Le second collecteur peut être formé de manière que la section de la partie de collecteur pour le faisceau de condensation de fluide frigorigène soit sensiblement identique à la section de la partie de collecteur pour le faisceau de sous-refroidissement.

Le premier collecteur peut être formé d'un seul tenant avec une  
20 partie de collecteur du faisceau de condensation de fluide frigorigène et une partie de collecteur pour le faisceau de sous-refroidissement. Le faisceau de condensation de fluide frigorigène et le faisceau de sous-refroidissement peuvent être séparés en divisant le premier collecteur. En particulier, le faisceau de condensation de fluide frigorigène et le  
25 faisceau de sous-refroidissement peuvent être séparés en prévoyant une séparation à l'intérieur du premier collecteur.

De plus, dans le condenseur de type à sous-refroidissement selon la présente invention, un passage de fluide frigorigène comprenant la pluralité de tubes de transfert thermique dans le faisceau de  
30 condensation de fluide frigorigène est formé, de préférence, comme un trajet unidirectionnel. En particulier, le fluide frigorigène qui est passé par le faisceau de condensation de fluide frigorigène, qui est formé comme un trajet de fluide frigorigène unidirectionnel, est introduit dans le faisceau de sous-refroidissement par l'intermédiaire de la partie de  
35 stockage de fluide frigorigène liquide. La structure du condenseur de type à sous-refroidissement entier peut être simplifiée et la taille du condenseur peut être réduite en formant le trajet de fluide frigorigène

du faisceau de condensation de fluide frigorigène comme un trajet unidirectionnel. Dans la présente invention, cependant, le trajet de fluide frigorigène du faisceau de condensation de fluide frigorigène peut également être formé comme un trajet bidirectionnel.

5 De plus, le condenseur de type à sous-refroidissement selon la présente invention peut être construit de manière que les deux collecteurs s'étendent dans une première direction ou direction verticale et que la pluralité de tubes de transfert thermique s'étendent dans une seconde direction ou direction horizontale. Le second collecteur de la  
10 paire de collecteurs peut également être formé de manière que la partie de collecteur du faisceau de condensation de fluide frigorigène et la partie de collecteur du faisceau de sous-refroidissement soient formées d'un seul tenant, et qu'au moins la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement soit formée en  
15 tant que partie de stockage de fluide frigorigène liquide.

Dans le condenseur de type à sous-refroidissement selon la présente invention, la partie de stockage de fluide frigorigène liquide est formée directement dans le second collecteur sans prévoir un réservoir de liquide séparé, et le fluide frigorigène qui est passé par le faisceau de  
20 condensation de fluide frigorigène est introduit directement dans le faisceau de sous-refroidissement par l'intermédiaire du second collecteur. Si la capacité de la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement est supérieure à la capacité de la partie de collecteur correspondant à la partie de sortie du  
25 faisceau de sous-refroidissement dans le premier collecteur, et si une partie de stockage de fluide frigorigène liquide ayant une capacité adéquate est formée dans le second collecteur, la reliquéfaction du fluide frigorigène peut être accélérée sans entraîner de désagrément, et le fluide frigorigène peut atteindre une reliquéfaction sensiblement  
30 totale, c'est-à-dire d'environ 100 %.

Spécifiquement, étant donné que des propriétés sensiblement identiques à celles d'un réservoir de liquide classique peuvent être obtenues pour le second collecteur lui-même et qu'une partie du second collecteur est formée en tant que partie de stockage de fluide frigorigène  
35 liquide, une fonction de reliquéfaction souhaitée peut être réalisée sans augmenter sensiblement le nombre de pièces du condenseur. En conséquence, la structure du condenseur de type à sous-

refroidissement peut être simplifiée, la taille du condenseur entier peut être réduite facilement et le coût de fabrication peut être réduit.

5 De plus, dans la présente invention, étant donné que la capacité du second collecteur est sélectionnée dans une plage optimale pour qu'une largeur optimale de la région de plateau puisse être obtenue, la fonction souhaitée pour le sous-refroidissement peut être présentée de manière stable et un fonctionnement efficace et stable peut être obtenu même pour le système de refroidissement dans son ensemble.

10 Ainsi, selon le condenseur de type à sous-refroidissement de la présente invention, le fluide frigorigène peut être reliquéfié de manière adéquate dans le faisceau de sous-refroidissement en formant une partie de stockage de fluide frigorigène liquide par le second collecteur lui-même sans prévoir un réservoir de liquide séparé. Une région de plateau optimale pour le fonctionnement stable du condenseur peut  
15 être obtenue en fixant la capacité du second collecteur à une capacité optimale dans une plage spécifiée. Par conséquent, un condenseur de type à sous-refroidissement présentant une structure simplifiée et des propriétés souhaitées peut être fabriqué à un coût réduit, et la taille du condenseur entier peut être facilement réduite.

20 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront compris à partir de la description détaillée qui suit de modes de réalisation préférés de la présente invention avec référence aux figures jointes, sur lesquelles :

25 La figure 1 est une vue en élévation d'un condenseur de type à sous-refroidissement selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 2 est une vue en coupe verticale, agrandie, partielle, du condenseur représenté sur la figure 1.

30 La figure 3 est une vue en perspective, partielle, d'un exemple d'une ailette intérieure telle que celle disposée à l'intérieur d'un tube de transfert thermique du condenseur représenté sur la figure 1.

La figure 4 est un schéma de principe d'un exemple d'un système de réfrigération incorporant le condenseur représenté sur la figure 1.

35 La figure 5 est une vue en élévation d'un condenseur de type à sous-refroidissement connu utilisé dans une expérience de comparaison.

La figure 6 est un graphique montrant la relation entre la quantité de fluide frigorigène enfermé et la pression du fluide frigorigène déchargé dans le cas du condenseur de l'invention et dans le cas du condenseur de l'expérience de comparaison.

5 La figure 7 est un graphique montrant la relation entre la quantité de fluide frigorigène enfermé et le degré de sous-refroidissement dans le cas du condenseur de l'invention et dans le cas du condenseur de l'expérience de comparaison.

10 La figure 8 est une vue schématique en élévation d'un condenseur de type à sous-refroidissement selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

La figure 9 est une vue schématique en élévation d'un condenseur de type à sous-refroidissement selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

15 La figure 10 est un graphique montrant la relation entre la capacité d'un second collecteur et la largeur de la région de plateau.

20 La figure 11 est un graphique montrant la relation entre la quantité de fluide frigorigène enfermé et le degré de sous-refroidissement dans une expérience utilisant un condenseur de type à sous-refroidissement, telle que représentée sur la figure 10.

Avec référence aux figures 1 et 2, on décrira un condenseur de type à sous-refroidissement selon un mode de réalisation de la présente invention. Sur la figure 1, le condenseur de type à sous-refroidissement 1 comprend deux collecteurs 2, 3 disposés parallèlement l'un à l'autre. 25 Le premier collecteur 2 et le second collecteur 3 s'étendent dans une direction verticale. Une pluralité de tubes de transfert thermique 4 (par exemple, des tubes pour fluide frigorigène de type plats) sont disposés parallèlement les uns aux autres avec un intervalle prédéterminé. Les tubes 4 interconnectent de manière fluide les deux collecteurs 2, 3. 30 Les tubes 4 s'étendent dans une direction horizontale, c'est-à-dire à angle droit par rapport aux collecteurs 2, 3. Des ailettes ondulées 5 sont interposées entre les tubes de transfert thermique 4 contigus respectifs, à l'extérieur des tubes de transfert thermique les plus à l'extérieur 4 en tant qu'ailettes extérieures.

35 Un conduit d'entrée 6 pour introduire le fluide frigorigène dans le condenseur 1 est prévu à la partie supérieure du premier collecteur 2. Un conduit de sortie 7 pour retirer le fluide frigorigène du condenseur 1



est prévu sur la partie inférieure du collecteur 2. L'intérieur du collecteur 2 est divisé en un espace supérieur et un espace inférieur par une séparation 8. Grâce à cette séparation 8, la zone agencée avec la pluralité de tubes de transfert thermique 4 est divisée en faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 pour condenser le fluide frigorigène introduit dans le condenseur 1 et en faisceau de sous-refroidissement 10 pour le sous-refroidissement du fluide frigorigène condensé par le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9. En particulier, en prévoyant la séparation 8 dans le premier collecteur formé d'un seul tenant 2, l'ensemble du faisceau de condenseur 1 est divisé en un faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 et en un faisceau de sous-refroidissement 10. Dans ce mode de réalisation, le passage de fluide frigorigène du faisceau de condensation de fluide frigorigène 9, qui est formé par une pluralité de tubes de transfert thermique 4 parallèles, est formé comme un trajet unidirectionnel. Par conséquent, le fluide frigorigène introduit dans le premier collecteur 2 par l'intermédiaire du conduit d'entrée 6 passe par les tubes de transfert thermique 4 respectifs du faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 dans un trajet unidirectionnel et s'écoule dans le second collecteur 3. Une fois que le fluide frigorigène s'est écoulé vers le bas dans le second collecteur 3, il est directement introduit dans une partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement 10. Le fluide frigorigène passe à travers les tubes de transfert thermique 4 respectifs du faisceau de sous-refroidissement 10, et il est ensuite déchargé du conduit de sortie 7.

Dans ce mode de réalisation, le taux d'occupation du fluide frigorigène de la partie de faisceau de sous-refroidissement 10 par rapport à la surface entière de la partie de faisceau du condenseur de type à sous-refroidissement 1 est fixé dans une plage comprise entre environ 10 % et environ 12 %. Selon une expérience réalisée avec la présente invention, le taux d'occupation du fluide frigorigène se situe, de préférence, dans une plage comprise entre environ 5 % et environ 12 %. En fixant le taux d'occupation dans cette plage, un degré de sous-refroidissement optimal peut être obtenu tout en supprimant les augmentations de pression d'un côté de pression élevée, qui sont provoquées par les limitations d'espace dues à l'installation du condenseur dans un compartiment moteur d'un véhicule. En

particulier, ces augmentations de pression sont supprimées par une structure de sous-refroidissement dans une taille de condenseur limitée. De plus, un degré optimal de sous-refroidissement peut être obtenu tout en évitant les augmentations de consommation de carburant du véhicule accompagnant les augmentations du côté de pression élevée.

De plus, dans ce mode de réalisation, dans le second collecteur 3, au moins la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement 10 est formée en tant que partie de stockage de fluide frigorigène liquide 11. Comme représenté sur la figure 2, le fluide frigorigène envoyé à partir du faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 est stocké dans cette partie de stockage de fluide frigorigène liquide 11 et est introduit à partir de celle-ci dans les tubes de transfert thermique 4 respectifs du faisceau de sous-refroidissement 10. Les flèches 12 sur les figures 1 et 2 montrent cette circulation du fluide frigorigène.

La capacité  $V_h$  du second collecteur 3, formant la partie de stockage de fluide frigorigène liquide 11 comme décrit ci-dessus, est choisie dans une plage spécifiée comme suit. En particulier, comme mentionné ci-dessus, la capacité  $V_h$  du second collecteur 3 est fixée dans la plage de  $100 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 250 \text{ cm}^3$  afin d'obtenir une largeur optimale d'une région de plateau. De préférence, la capacité  $V_h$  est choisie dans la plage de  $150 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 200 \text{ cm}^3$ . Une telle plage de  $V_h$  pour obtenir une largeur optimale d'une région de plateau a été sélectionnée sur la base des propriétés souhaitées du condenseur 1 escompté dans la présente invention et sur la base des résultats des expériences. Les détails de la base destinée à déterminer les plages décrites ci-dessus et les résultats des expériences destinés à déterminer les plages sont décrits ci-dessous.

De plus, dans ce mode de réalisation, la capacité d'au moins la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement 10 dans le second collecteur 3 est supérieure à la capacité d'une partie de collecteur correspondant à une partie de sortie du faisceau de sous-refroidissement 10 dans le premier collecteur 2. En particulier, cette capacité d'au moins la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement 10 dans le second collecteur 3 est choisie dans une plage d'environ

deux fois à environ trois fois la capacité de la partie de collecteur correspondant à la partie de sortie du faisceau de sous-refroidissement 10 dans le premier collecteur 2. En fixant la capacité à une valeur supérieure à deux fois la capacité de la partie de collecteur correspondant à la partie de sortie du faisceau de sous-refroidissement 10, d'excellentes propriétés peuvent être présentées comme montré dans les résultats des expériences décrites ci-dessous. Si la capacité est choisie à une valeur supérieure à environ trois fois la capacité de la partie de collecteur correspondant à la partie de sortie du faisceau de sous-refroidissement 10, des problèmes peuvent survenir en ce qui concerne l'espace nécessaire pour l'installation du condenseur dans un compartiment moteur d'un véhicule et du fait des augmentations de la quantité de fluide frigorigène enfermé. Ces conditions ne sont pas souhaitables.

La relation préférable décrite ci-dessus entre la capacité d'au moins la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement 10 dans le second collecteur 3 et la capacité de la partie de collecteur correspondant à la partie de sortie du faisceau de sous-refroidissement 10 dans le premier collecteur 2 est obtenue en sélectionnant le diamètre intérieur du second collecteur 3 pour qu'il soit supérieur au diamètre intérieur du premier collecteur 2 dans ce mode de réalisation. En particulier, dans ce mode de réalisation, le premier collecteur 2 et le second collecteur 3 sont formés, respectivement, de façon que la section de la partie de collecteur pour le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 soit sensiblement identique à la section de la partie de collecteur pour le faisceau de sous-refroidissement 10. Par conséquent, la relation préférée, telle que décrite ci-dessus, entre les capacités peut être obtenue en fixant le diamètre intérieur du second collecteur 3 supérieur au diamètre intérieur du premier collecteur 2 et en fixant les diamètres intérieurs absolus respectifs de manière appropriée.

De plus, dans ce mode de réalisation, la structure préférable suivante est employée pour les tubes de transfert thermique pour le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 ou le faisceau de sous-refroidissement 10, ou les deux.

D'abord, dans le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9, un paramètre de division d'écoulement  $\gamma$ , qui est défini comme le

rapport entre le paramètre de résistance  $\beta$  du tube 4 et le paramètre de résistance  $\alpha$  du premier collecteur 2 qui est le collecteur du côté d'entrée par rapport au tube 4 transportant le fluide frigorigène dans une première direction (dans la direction d'écoulement du fluide frigorigène dans le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9), est sélectionné dans une plage égale ou supérieure à 0,5 et, de préférence, dans une plage comprise entre environ 0,5 et 1,5.

Où,  $\gamma = \beta/\alpha$ ,

$\beta = Lt/(Dt.n)$ , et

$\alpha = Lh/Dh$  ; et où les variables des équations sont définies comme suit :

Lt : longueur du tube,

Dt : diamètre hydraulique d'un tube,

n : nombre de tubes transportant le fluide frigorigène dans la première direction,

Lh : longueur de la partie du faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 dans le premier collecteur 2, et

Dh : diamètre hydraulique du premier collecteur 2.

Lorsque le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 est ainsi construit, la relation entre la pression dans le collecteur 2 et la pression dans le tube de transfert thermique 4 (particulièrement, la résistance du tube 4) peut être ajustée à une relation souhaitée via le paramètre de division d'écoulement  $\gamma$ . Par cet ajustement, la résistance à l'écoulement du trajet du tube 4 augmente de manière appropriée, on peut éviter que le fluide frigorigène passe en quantités importantes et concentrées dans les tubes raccordés au collecteur 2 au niveau de sa partie d'entrée de fluide frigorigène ayant la pression la plus élevée, et le fluide frigorigène peut être retenu de manière plus uniforme dans le collecteur 2. En conséquence, la pression du fluide frigorigène dans le collecteur 2 peut être rendue plus uniforme, et la pression appliquée aux tubes 4 respectifs peut être rendue plus uniforme afin d'obtenir une division d'écoulement équilibrée. Par conséquent, le fluide frigorigène qui est passé à travers le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 est recueilli dans le second collecteur 3 dans une condition de division d'écoulement équilibrée, et la capacité (par exemple, la section) d'au moins la partie de collecteur correspondant à la partie d'entrée du faisceau de sous-refroidissement 10 dans le second collecteur 3 peut

être minimisée. En conséquence, il devient possible de minimiser la quantité de fluide frigorigène enfermé et de réduire la taille du condenseur de type à sous-refroidissement 1.

5 Afin de fixer le paramètre de division d'écoulement  $\gamma$  décrit ci-dessus dans la plage souhaitée, la pression dans le collecteur et la résistance des tubes doivent être dans une relation prédéterminée. Il est particulièrement efficace de concevoir une structure dans laquelle les tubes ont une résistance relativement grande tandis que le fluide frigorigène circule dans les tubes, sans générer une grande distribution  
10 des températures. Pour que chaque tube ait une résistance relativement grande, il est également efficace d'utiliser une structure de tube divisant l'intérieur du tube en une pluralité de trajets courts.

Afin de fixer le paramètre de division d'écoulement  $\gamma$  dans la plage cible souhaitée dans la présente invention, il est possible d'employer  
15 une structure dans laquelle l'intérieur du tube est divisé simplement en une pluralité de trajets droits, par exemple, une structure de tube dans laquelle la pluralité de trajets courts sont formés de sorte que les trajets courts et droits s'étendent séparément les uns des autres dans le sens longitudinal du tube. Ces tubes peuvent être fabriqués par moulage par  
20 extrusion ou par moulage par injection. Cependant, afin de supprimer davantage la différence de température dans le tube, il est plus préférable d'utiliser une structure de tube dans laquelle une pluralité de trajets sont formés dans chaque tube de transfert thermique et les trajets permettent au milieu d'échange thermique de circuler  
25 sensiblement librement dans le sens longitudinal et dans le sens transversal de chaque tube. Une telle pluralité de trajets peuvent être formés par une ailette intérieure ou des parties saillantes prévues sur une surface intérieure du tube.

L'aillette intérieure formant une telle pluralité de trajets dans un  
30 tube est formée, par exemple, comme représenté sur la figure 3. Sur la figure 3, une ailette intérieure 81 est formée de sorte qu'une pluralité de parties surélevées et renfoncées soient créées dans une plaque plate en fendant et en pliant la plaque plate. Une pluralité de bandes ondulantes 86, comportant chacune une partie surélevée 82, une première partie  
35 plate 83, une partie renfoncée 84 et une seconde partie plate 85 formées de manière répétée dans cet ordre, sont agencées contiguës les unes aux autres. La première partie plate 83 d'une bande ondulante et

la seconde partie plate 85 sur une autre bande ondulante contiguë à la première bande ondulante forment une partie plate contiguë. Le fluide frigorigène peut circuler librement à travers les trous de communication 87 respectifs formés par les bandes ondulantes 86, divisant de ce fait l'écoulement du fluide frigorigène de manière appropriée. La direction d'écoulement du fluide frigorigène peut être fixée, soit dans la première direction 88, soit dans la seconde direction 89.

De plus, une pluralité de trajets d'écoulement dans un tube peuvent également être formés par des saillies prévues sur la surface intérieure du tube. Ces saillies peuvent s'étendre depuis la surface du tube et se rencontrer ou s'abouter au centre des tubes. Dans ce cas, les saillies peuvent être formées en bosselant la paroi du tube.

Le condenseur de type à sous-refroidissement 1 décrit ci-dessus est incorporé, par exemple, dans un cycle de réfrigération 20, comme représenté sur la figure 4.

Sur la figure 4, le fluide frigorigène comprimé par un compresseur 21 est envoyé au condenseur de type à sous-refroidissement 1. Le fluide frigorigène est condensé dans le condenseur 1 et est, ensuite, sous-refroidi et reliquéfié. Le fluide frigorigène est ensuite envoyé à un évaporateur 23 à travers un détendeur 22. La fonction de refroidissement est réalisée par l'absorption de la chaleur dans l'évaporateur 23. Finalement, il est envoyé depuis l'évaporateur 23 au compresseur 21 et de nouveau comprimé.

Afin d'examiner les propriétés du condenseur de type à sous-refroidissement 1 représenté sur les figures 1 et 2, une expérience de comparaison a été réalisée avec un condenseur de type à sous-refroidissement 31 connu représenté sur la figure 5. Dans ce condenseur, la partie de faisceau est divisée en faisceau de condensation de fluide frigorigène 36 et en faisceau de sous-refroidissement 37 en prévoyant des séparations 34 et 35, respectivement, dans les collecteurs 32 et 33, et un réservoir de liquide 38 est prévu au niveau d'une partie latérale du collecteur 33. D'autre part, dans le condenseur selon la présente invention, qui a été employé pour l'expérience de comparaison, la taille de la partie de faisceau entière est fixée identique à celle du condenseur de type à sous-refroidissement 31 connu, et le rapport entre la capacité du second collecteur 3 et la capacité du premier collecteur 2 est fixé à environ

2,32:1. De plus, des ailettes intérieures 81, telles que représentées sur la figure 3, sont disposées dans les tubes de transfert thermique 4.

Le résultat de l'expérience est montré sur les figures 6 et 7. Les données indiquées par "Exemple de condenseur revendiqué" présentent les données du condenseur selon la présente invention et les données indiquées par "Condenseur connu" présentent les données du condenseur selon la technologie connue.

La figure 6 montre la relation entre la quantité de fluide frigorigène enfermé (g) et la pression du fluide frigorigène déchargé d'un compresseur Pd (Mpa) dans un cycle de réfrigération, tel que celui représenté sur la figure 4. Comme on le comprend à partir de la figure 6, dans le condenseur selon la présente invention, la pression du fluide frigorigène déchargé du compresseur est augmentée de manière adéquate et une compression souhaitée est réalisée même lorsque seulement une faible quantité de fluide frigorigène est enfermée.

La figure 7 montre la relation entre la quantité de fluide frigorigène enfermé dans le cycle de refroidissement comprenant le condenseur de type à sous-refroidissement et le degré de sous-refroidissement (°C) dans la partie de faisceau de sous-refroidissement 10 du condenseur. Comme on le comprend à partir de la figure 7, dans le condenseur 1, tel que représenté sur la figure 1 selon la présente invention, lorsque la quantité de fluide frigorigène enfermé dépasse un certain niveau, le degré de sous-refroidissement augmente progressivement en suivant une certaine courbe et, après l'augmentation du degré de sous-refroidissement, une région de plateau est formée, dans laquelle le degré de sous-refroidissement est à peu près constant et est maintenu dans une condition stable même si la quantité de fluide frigorigène enfermé augmente. Lorsque la quantité de fluide frigorigène enfermé dépasse la quantité trouvée dans la région de plateau, le degré de sous-refroidissement augmente de nouveau. Ce degré de sous-refroidissement indique un fonctionnement de sous-refroidissement efficace, c'est-à-dire, une fonction de reliquéfaction supérieure, à une condition, par exemple, supérieure à 5. Comme montré sur la figure 7, dans le condenseur de type à sous-refroidissement 1 représenté sur la figure 1, la région de plateau peut être formée comme une région large et stable, comparée à celle du condenseur de type à sous-refroidissement 31 connu, et, en outre,

d'excellentes propriétés de degré de sous-refroidissement peuvent être obtenues par une quantité réduite de fluide frigorigène enfermé. En particulier, une fonction de reliquéfaction souhaitée peut être obtenue par une quantité réduite de fluide frigorigène enfermé.

5           Ainsi, comme on le comprend à partir des figures 6 et 7, dans le condenseur de type à sous-refroidissement 1 selon la présente invention, des propriétés supérieures peuvent être obtenues en comparaison du condenseur de type à sous-refroidissement 31 selon la technologie connue. En outre, dans le condenseur de type à sous-  
10   refroidissement 1, parce qu'il n'est pas nécessaire de prévoir un réservoir de liquide séparé 38 et qu'une fonction de réservoir de liquide souhaitée est donnée au collecteur 3 lui-même, la structure est simplifiée et la taille et le coût de fabrication du condenseur 1 entier peuvent être réduits.

15           Bien que la partie de stockage de fluide frigorigène liquide 11 soit formée dans la partie inférieure du second collecteur 3 et ait un diamètre relativement grand dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, un autre procédé pour former une partie de stockage de fluide frigorigène liquide peut être employé. Par exemple, comme représenté  
20   sur la figure 8, seule une partie inférieure du second collecteur 42 peut être formée comme une partie de grand diamètre, et une partie de stockage de fluide frigorigène liquide 43 peut être formée dans cette partie de grand diamètre afin de former un condenseur de type à sous-refroidissement 41. En variante, comme représenté sur la figure 9, un  
25   second collecteur 52 peut être formé comme un collecteur conique ayant une plus grande section au niveau des parties inférieures, et une partie de stockage de fluide frigorigène liquide 53 peut être formée dans la partie de collecteur inférieure afin de former un condenseur de type à sous-refroidissement 51.

30           De plus, dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, bien que le faisceau de condensation de fluide frigorigène 9 soit formé comme un trajet unidirectionnel, le trajet de fluide frigorigène peut également être formé comme un trajet bidirectionnel, c'est-à-dire, une structure de trajet qui retourne à l'endroit d'où il vient ou qui continue en ayant au  
35   moins deux trajets joints. Dans tous les cas, cependant, un faisceau de condensation de fluide frigorigène et un faisceau de sous-refroidissement sont nettement divisés, par exemple, en prévoyant une



séparation dans un collecteur, ou en formant une partie de collecteur d'un premier collecteur correspondant à une partie d'entrée d'un faisceau de condensation de fluide frigorigène et une partie de collecteur correspondant à une partie de sortie d'un faisceau de sous-refroidissement par des parties distinctes. En particulier, dans la  
5 présente invention, étant donné que ni un collecteur d'une partie d'entrée d'un faisceau de sous-refroidissement, ni un collecteur d'une partie de sortie d'un faisceau de condensation de fluide frigorigène, ne comporte de séparation (dans le cas d'un trajet unidirectionnel), ou  
10 étant donné que, même si une séparation est prévue, elle n'est prévue qu'au niveau d'une partie centrale du collecteur de la partie de sortie d'un faisceau de condensation de fluide frigorigène, la partie entière du collecteur de la partie de sortie du faisceau de condensation de fluide frigorigène, ou une demi-partie inférieure du collecteur de la partie de  
15 sortie du faisceau de condensation de fluide frigorigène, peut être utilisée comme partie de stockage de fluide frigorigène liquide. Par conséquent, un élément séparé n'est pas nécessaire pour former une partie de stockage de fluide frigorigène liquide, et un collecteur ayant une capacité excessivement grande n'est pas nécessaire. En  
20 conséquence, la taille du condenseur entier peut être réduite et un condenseur de type à sous-refroidissement optimal peut être réalisé.

De plus, la capacité du second collecteur dans le condenseur de type à sous-refroidissement selon la présente invention est expliquée ci-dessous. La capacité du second collecteur  $V_h$  est fixée dans la plage de  
25  $100 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 250 \text{ cm}^3$  et, de préférence, dans la plage de  $150 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 200 \text{ cm}^3$ .

Pour la recherche d'une plage optimale de la capacité du second collecteur  $V_h$ , en ce qui concerne le condenseur représenté sur la figure 1 comportant des seconds collecteurs avec divers diamètres intérieurs,  
30 une expérience a été réalisée dans laquelle la capacité à diverses valeurs a été modifiée. Par cette expérience, la relation entre les régions de plateau (telles que définies par une quantité de fluide frigorigène enfermé (g)) et la capacité du second collecteur a été déterminée. Les résultats sont présentés sur la figure 10.

35 Sur la figure 10, afin d'obtenir une propriété d'un condenseur de type à sous-refroidissement escompté dans la présente invention, la région de plateau a une limite inférieure supérieure à 50 g et une limite

supérieure inférieure à 150 g. La raison de la détermination de la limite inférieure à 50 g est qu'au moins 50 g sont nécessaires comme quantité de variation correspondant à la variation due à la condition de fonctionnement de refroidissement (c'est-à-dire, la variation due à la charge de refroidissement et la variation due à la quantité de fluide frigorigène circulant dans un cycle de réfrigération). Si la région de plateau commence à moins de 50 g, la quantité de fluide frigorigène enfermé peut être insuffisante pour la capacité de refroidissement qui doit être assurée, et le cycle peut ne pas fonctionner efficacement en tant qu'appareil de refroidissement. D'autre part, la raison de la détermination de la limite supérieure à 150 g est que la durée de vie d'un appareil de refroidissement est habituellement supérieure à dix années, période pendant laquelle une certaine quantité de fluide frigorigène peut fuir et une erreur de quantité de fluide frigorigène initialement enfermé peut résulter, 150 g assurant une largeur suffisante de la région de plateau. De plus, même si la largeur de la région de plateau est supérieure à 150 g, la capacité de refroidissement peut ne pas augmenter considérablement. Au contraire, la capacité du collecteur peut devenir trop grande et, par conséquent, le condenseur peut ne pas atteindre la condition pour réduire la taille du condenseur entier. Cette plage de 50 g à 150 g pour la largeur de la région de plateau requise ne varie pas beaucoup en fonction de la taille de l'appareil dans un système de refroidissement. Par exemple, dans un système de refroidissement appliqué à un climatiseur pour véhicules, et tant que la largeur de la région de plateau est fixée dans une plage comprise entre 50 et 150 g, cela est suffisant. Cependant, ces valeurs représentent une limite inférieure et une limite supérieure, avec une plage plus préférable encore comprise entre 90 g et 120 g.

La plage de la capacité du second collecteur  $V_h$  correspondant à la plage décrite ci-dessus de la largeur de la région de plateau de 50 à 150 g est déterminée comme suit à partir de la figure 10 :

$$100 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 250 \text{ cm}^3.$$

La plage de la capacité du second collecteur  $V_h$  correspondant à la plage préférable de la largeur de la région de plateau de 90 à 120 g est déterminée comme suit à partir de la figure 10 :

$$150 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 200 \text{ cm}^3.$$

Ces plages sont déterminées en tant que plages optimales dans la présente invention.

5 Dans un condenseur de type à sous-refroidissement tel que monté sur la figure 10 et dont la capacité  $V_h$  du second collecteur est de  $172 \text{ cm}^3$ , la relation entre la quantité de fluide frigorigène enfermé (g) et le degré de sous-refroidissement est montrée sur la figure 11. Comme  
10 montré sur la figure 11, lorsque la condition pour former une région de plateau est définie comme une condition dans laquelle le degré de sous-refroidissement se situe dans les limites de  $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , une région de plateau ayant une largeur d'environ 100 g peut être formée. On admet que cette largeur tombe dans la plage préférée décrite ci-dessus des largeurs de la région de plateau (c'est-à-dire, 90 g à 120 g).

15 Ainsi, dans la présente invention, en fixant la capacité du second collecteur  $V_h$  dans une plage optimale, une largeur optimale de la région de plateau peut être obtenue et la taille du condenseur de type à sous-refroidissement peut être réduite, et un fonctionnement de refroidissement souhaité stable peut être obtenu.

### REVENDICATIONS

1. Condenseur de type à sous-refroidissement, caractérisé en ce qu'il comprend deux collecteurs (2, 3) et une pluralité de tubes de transfert thermique (4) interconnectant lesdits deux collecteurs (2, 3) et s'étendant parallèlement les uns aux autres, ledit condenseur étant  
5 divisé en un faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) pour condenser le fluide frigorigène et en un faisceau de sous-refroidissement (10) pour le sous-refroidissement du fluide frigorigène condensé par ledit faisceau de condensation de fluide frigorigène (9), ledit second  
10 collecteur (3) comprenant une partie de collecteur (11) correspondant à une partie d'entrée dudit faisceau de sous-refroidissement (10) et étant formé d'un seul tenant avec une partie de collecteur pour ledit faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) et une partie de collecteur pour ledit faisceau de sous-refroidissement (10), au moins ladite partie de collecteur correspondant à ladite partie d'entrée dudit faisceau de sous-  
15 refroidissement (10) étant formée en tant que partie de stockage de fluide frigorigène liquide (11), et la capacité  $V_h$  dudit second collecteur étant fixée dans une plage de  $100 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 250 \text{ cm}^3$ .

2. Condenseur de type à sous-refroidissement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite capacité  $V_h$  dudit second  
20 collecteur est fixée dans une plage de  $150 \text{ cm}^3 \leq V_h \leq 200 \text{ cm}^3$ .

3. Condenseur de type à sous-refroidissement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la capacité d'au moins ladite partie de collecteur correspondant à ladite partie d'entrée dudit faisceau de sous-refroidissement (10) dans ledit second collecteur (3) est  
25 supérieure à la capacité d'une partie de collecteur correspondant à une partie de sortie dudit faisceau de sous-refroidissement (10) dans le premier collecteur (2).

4. Condenseur de type à sous-refroidissement selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite capacité d'au moins ladite  
30 partie de collecteur correspondant à ladite partie d'entrée dudit faisceau de sous-refroidissement (10) dans ledit second collecteur (3) se situe dans une plage d'environ deux fois à environ trois fois ladite capacité de ladite partie de collecteur correspondant à ladite partie de sortie dudit faisceau de sous-refroidissement (10) dans ledit premier collecteur (2).

35 5. Condenseur de type à sous-refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit

second collecteur (3) est formé de sorte que la section de ladite partie de collecteur pour ledit faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) soit sensiblement identique à la section de ladite partie de collecteur pour ledit faisceau de sous-refroidissement (10).

5           6. Condenseur de type à sous-refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un premier collecteur (2) est formé d'un seul tenant avec une partie de collecteur pour ledit faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) et une partie de collecteur pour ledit faisceau de sous-refroidissement  
10           (10), et ledit faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) et ledit faisceau de sous-refroidissement (10) divisent ledit premier collecteur (2).

15           7. Condenseur de type à sous-refroidissement selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) et ledit faisceau de sous-refroidissement (10) sont séparés au moyen d'une séparation (8) se trouvant dans ledit premier collecteur (2).

20           8. Condenseur de type à sous-refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le passage de fluide frigorigène formé par ladite pluralité de tubes de transfert thermique (4) dans ledit faisceau de condensation de fluide frigorigène (9) est un trajet unidirectionnel.

25           9. Condenseur de type à sous-refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits deux collecteurs (2, 3) s'étendent dans une direction verticale et ladite pluralité de tubes de transfert thermique (4) s'étendent dans une direction horizontale.

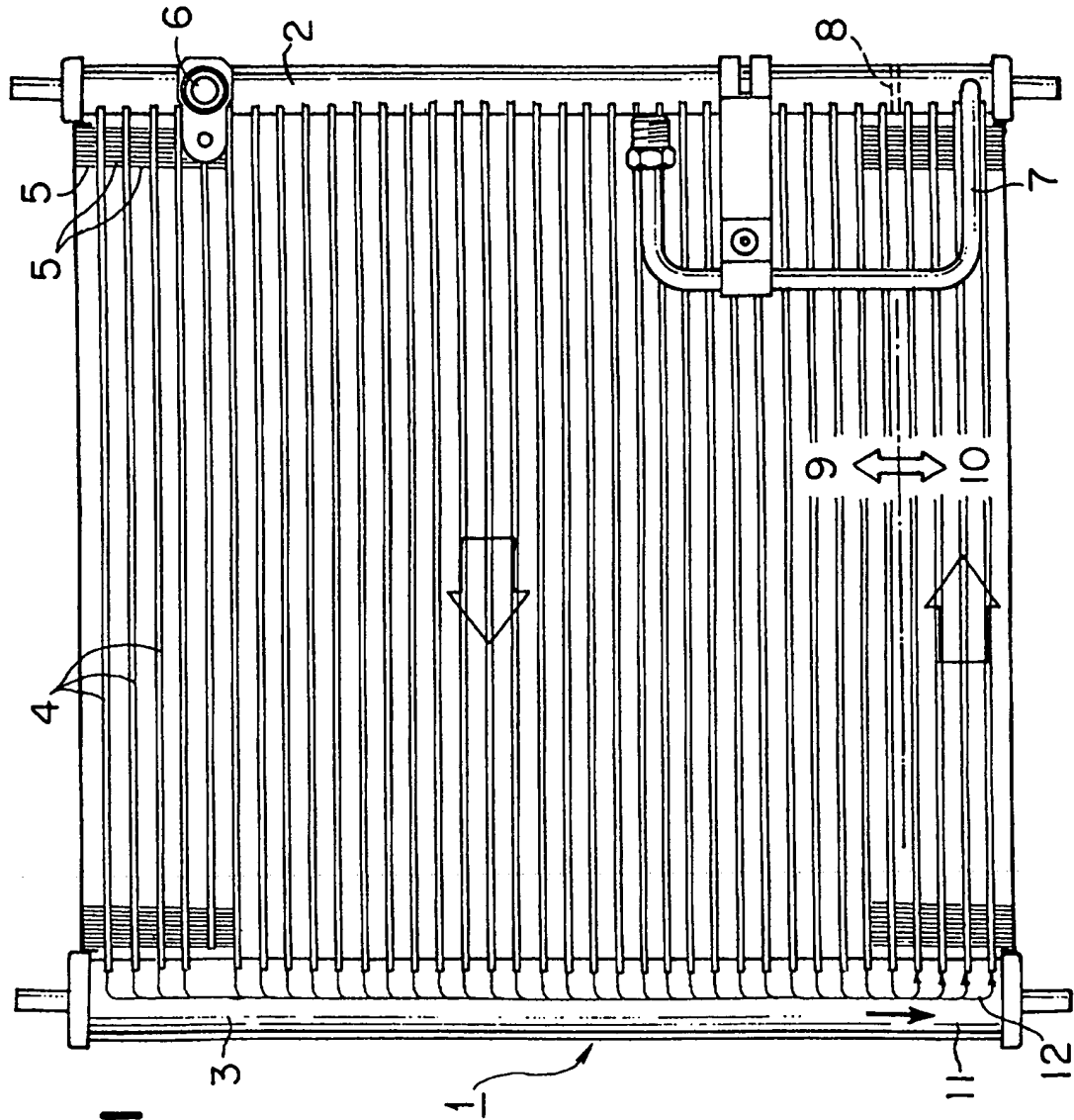


FIG. 1

FIG. 2

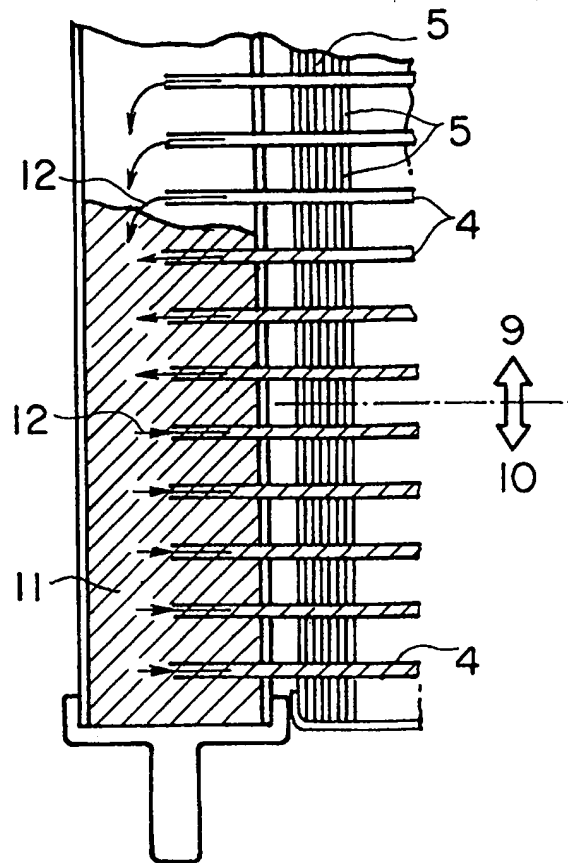
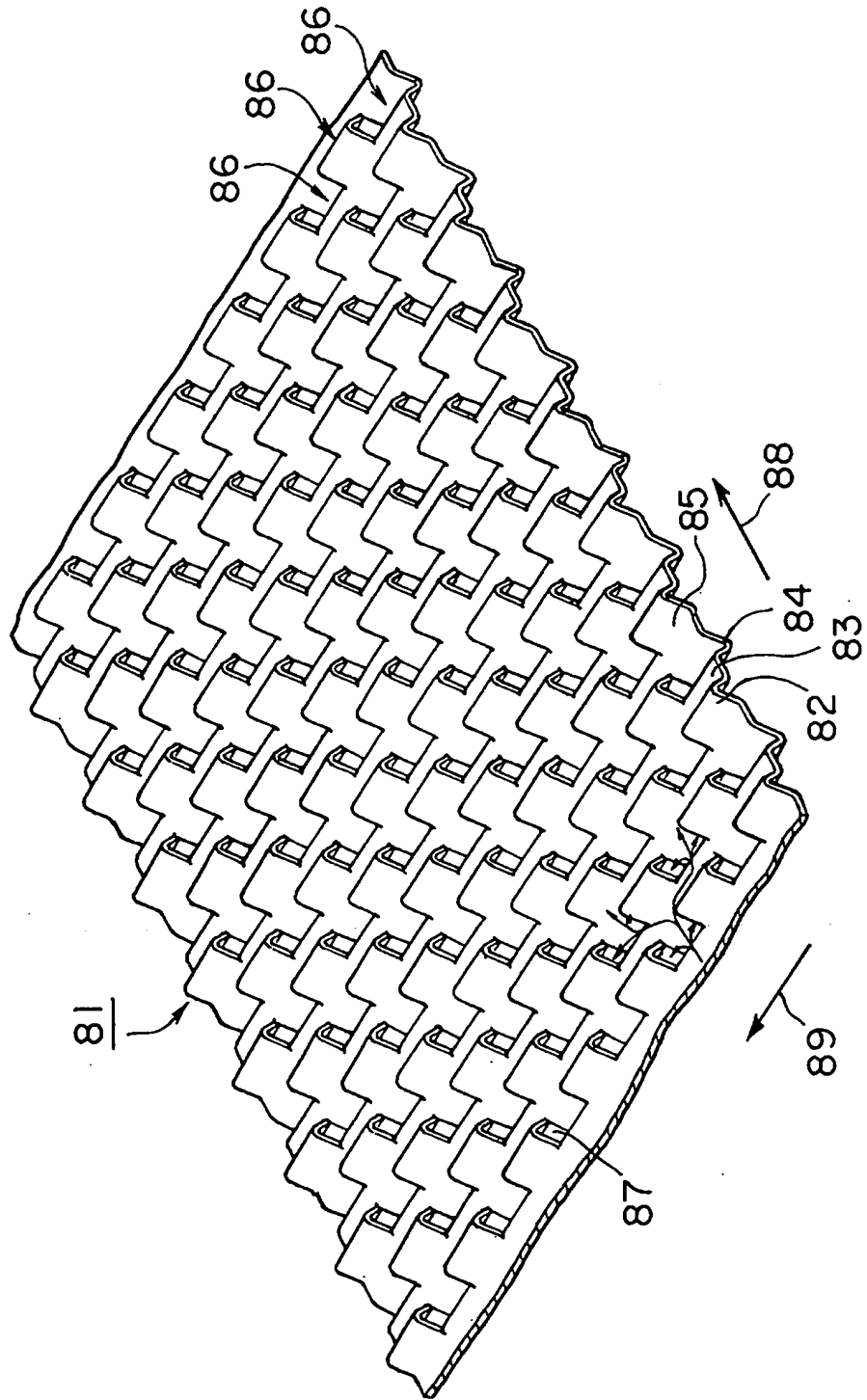


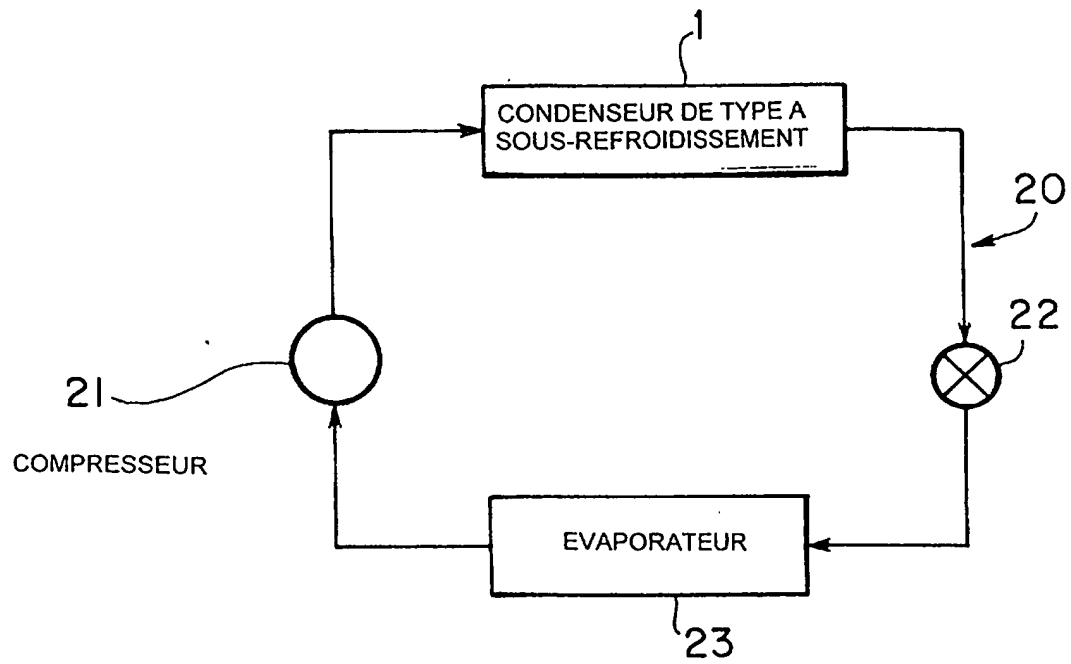
FIG. 3





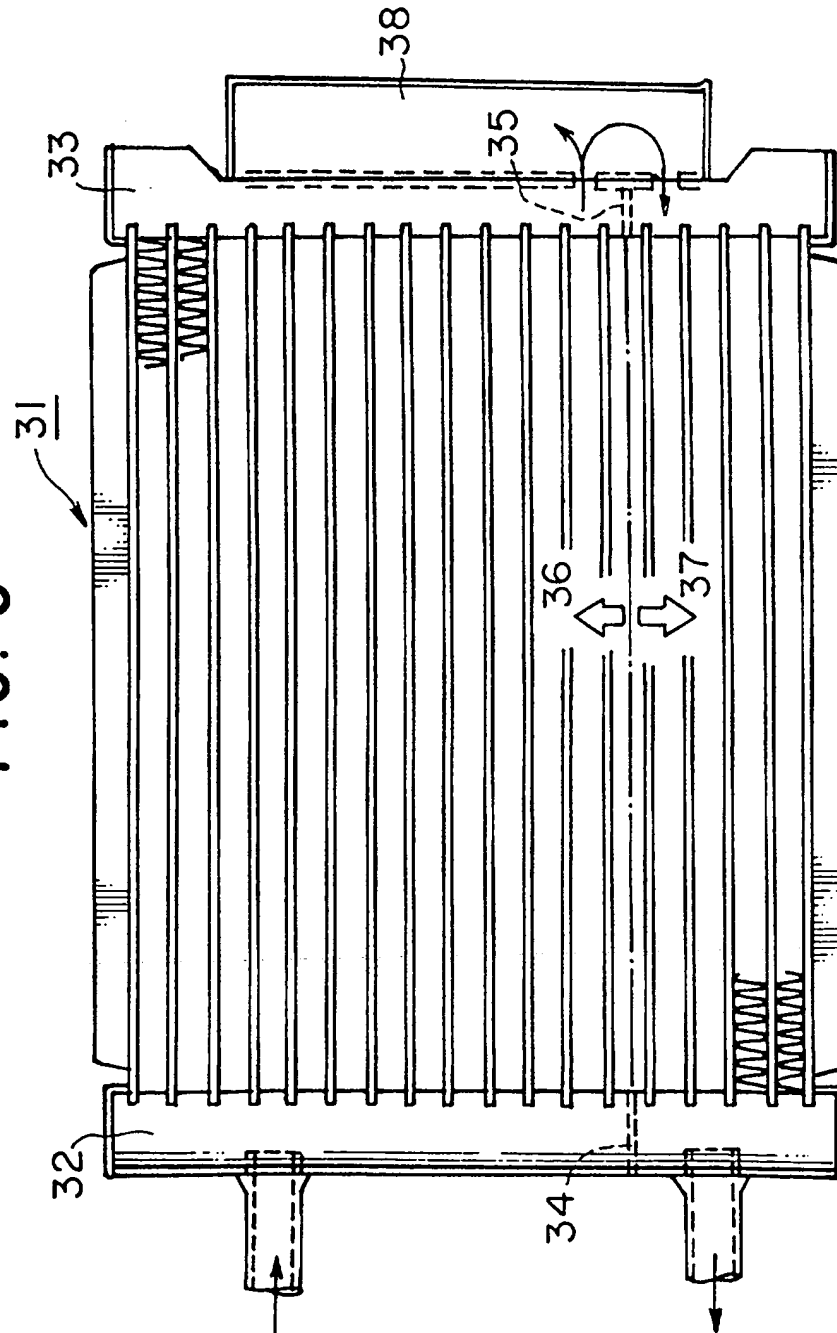
4/10

FIG. 4



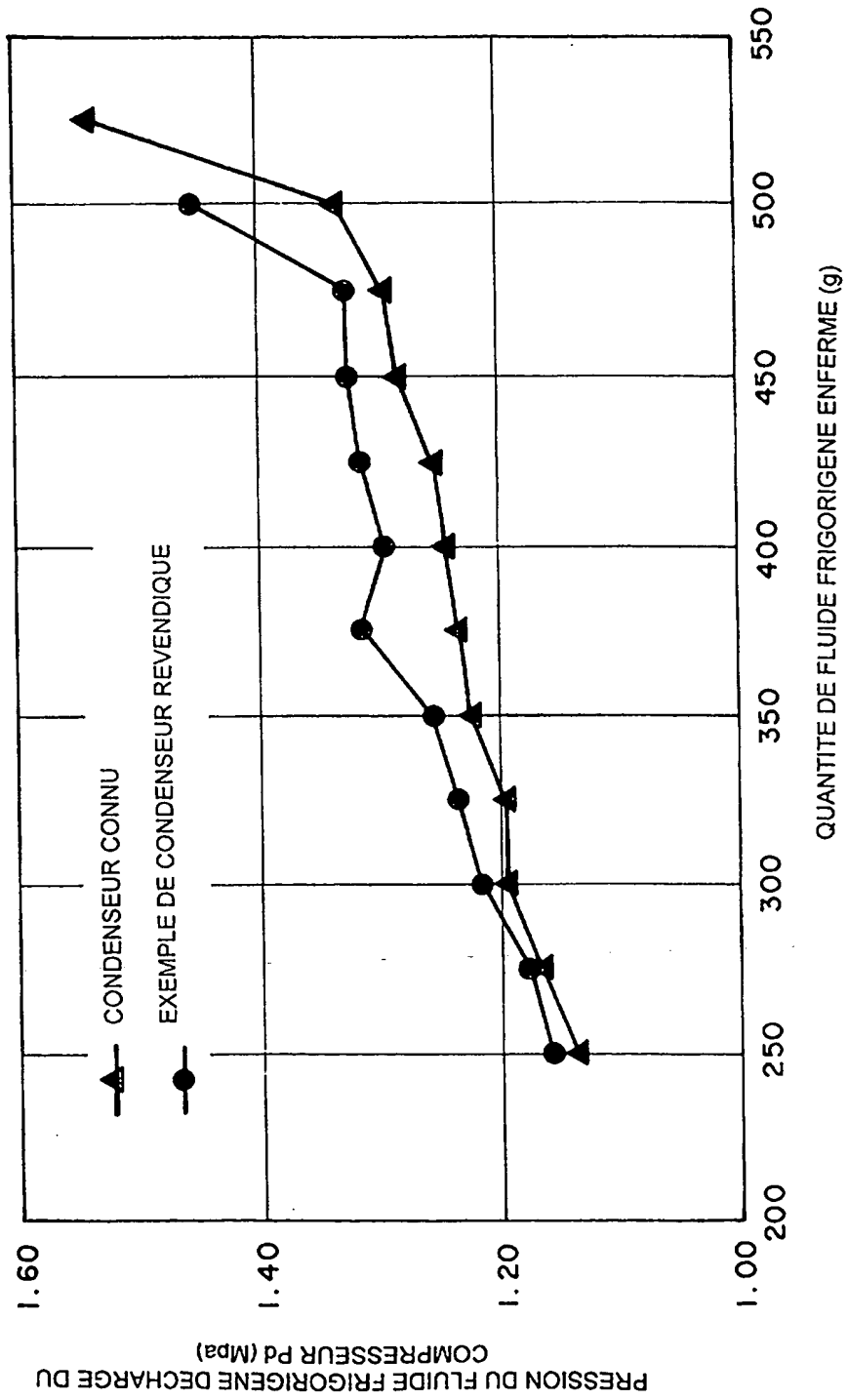
5/10

FIG. 5



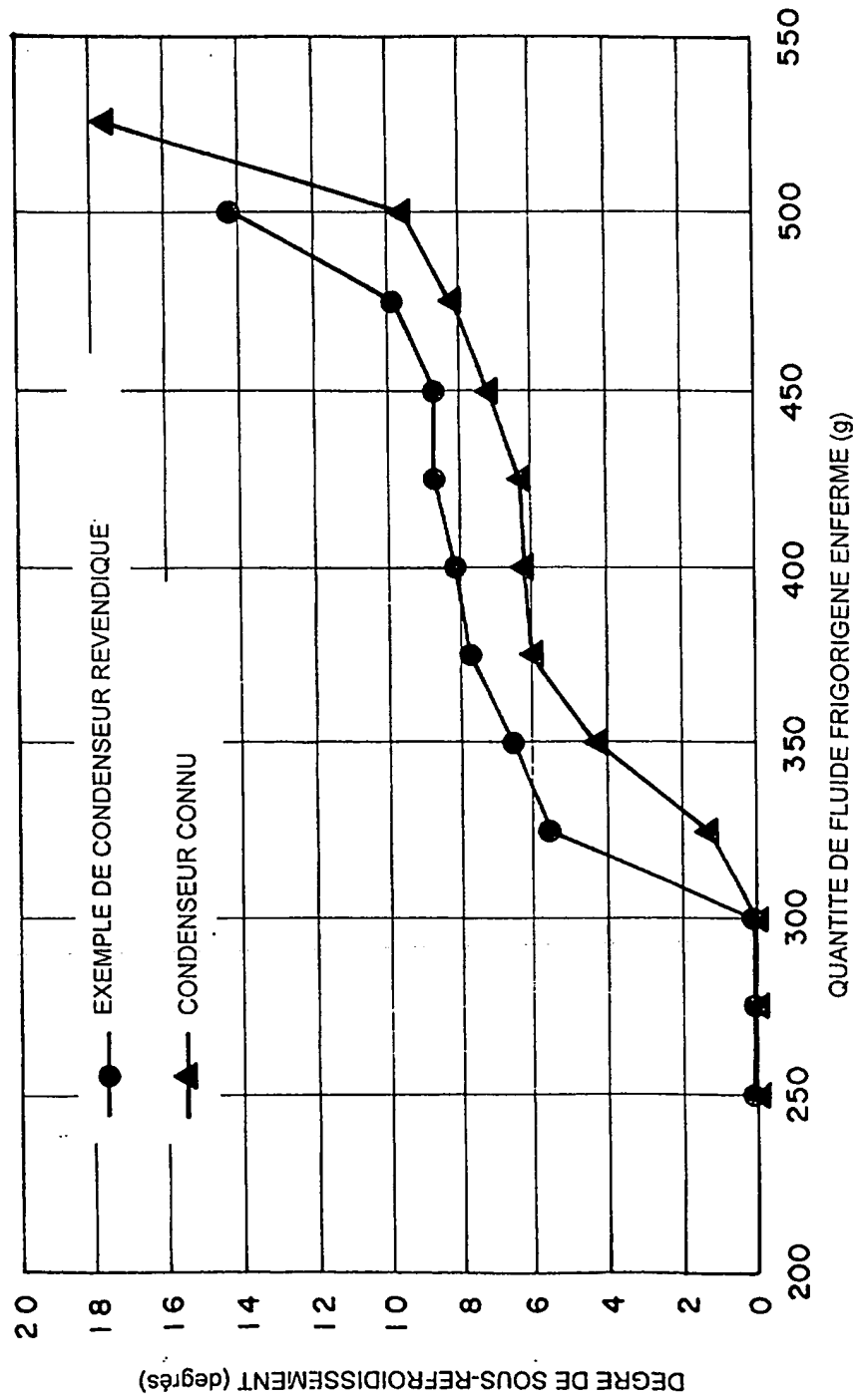
6/10

FIG. 6



7/10

FIG. 7



8/10

FIG. 8

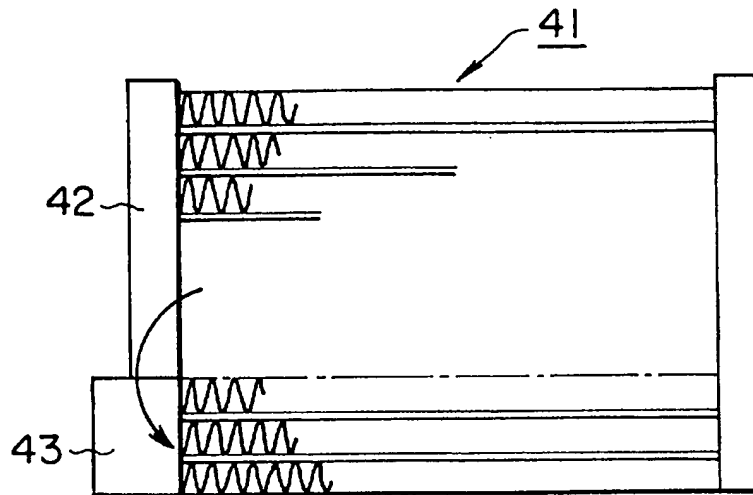
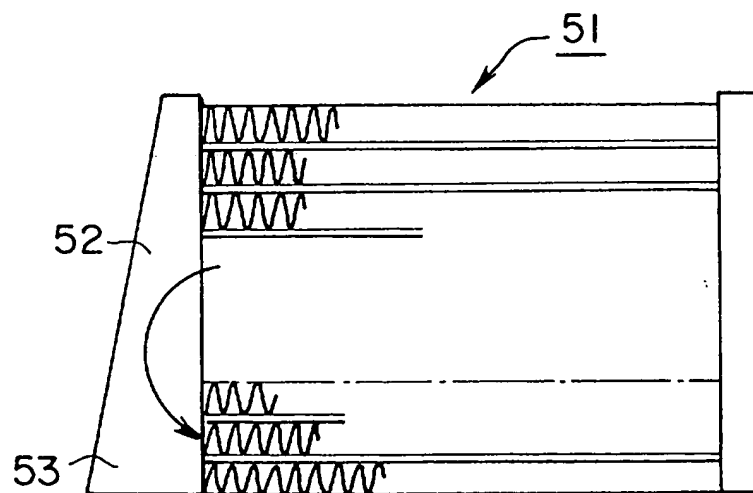
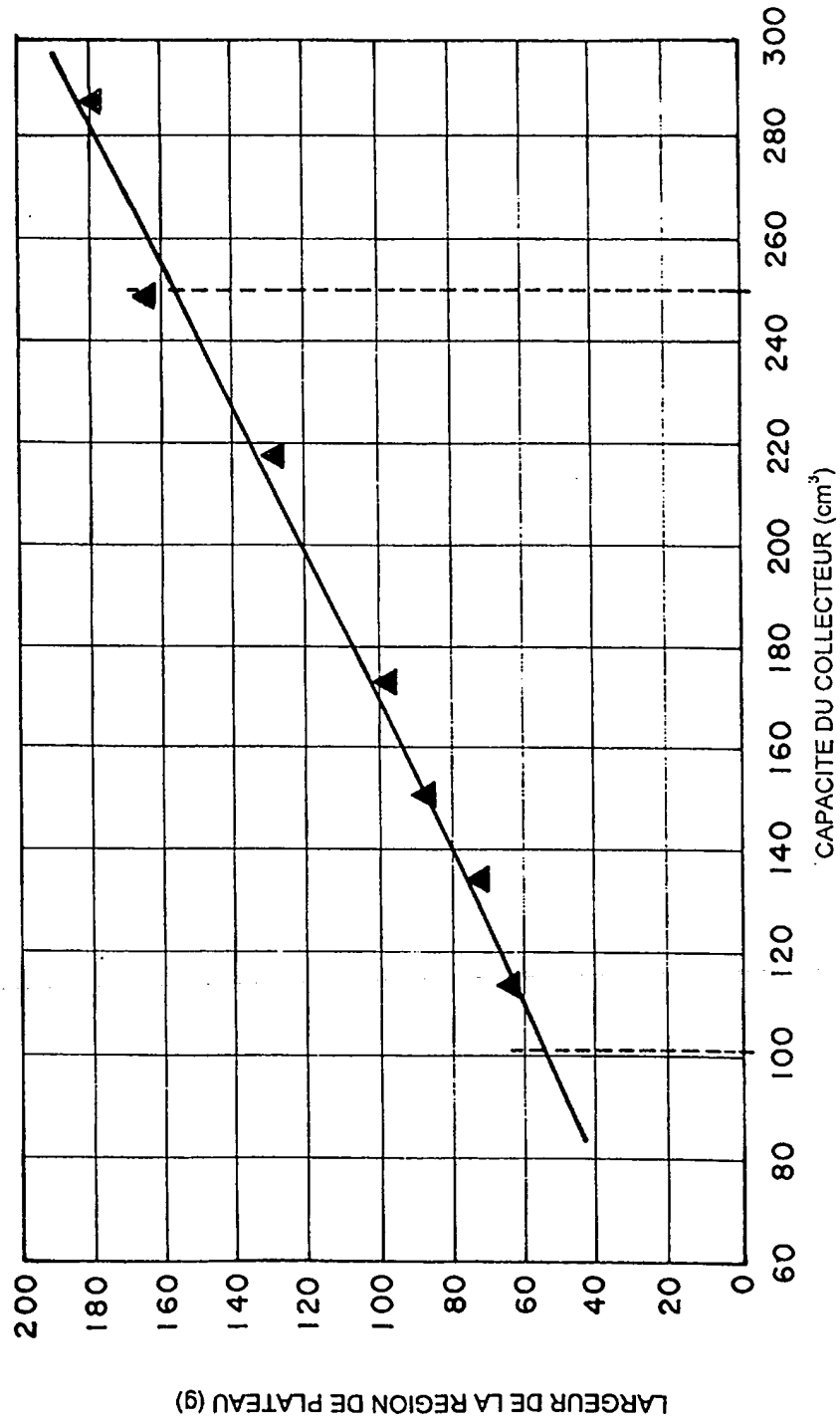


FIG. 9



9/10

FIG. 10



10/10

FIG. II

